

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-136192
(P2002-136192A)

(43)公開日 平成14年5月10日(2002.5.10)

(51) Int Cl.⁷
H 0 2 P 9/00
F 0 3 D 7/04
9/00
9/02

識別記号

F I
H 0 2 P 9/00
F 0 3 D 7/04
9/00
9/02

テーマコード(参考)
3H078
5H590

審査請求 有 請求項の数10 OL (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-325562(P2000-325562)

(71)出願人 000106276
サンケン電気株式会社

(22)出願日 平成12年10月25日(2000.10.25)

(71)出願人 597120112
ゼファー株式会社
東京都港区赤坂6丁目13番19号

(72)発明者 長井 真一郎
埼玉県新座市北野三丁目6番3号 サンケン電気株式会社内

(74) 代理人 100072154
弁理士 高野 則次

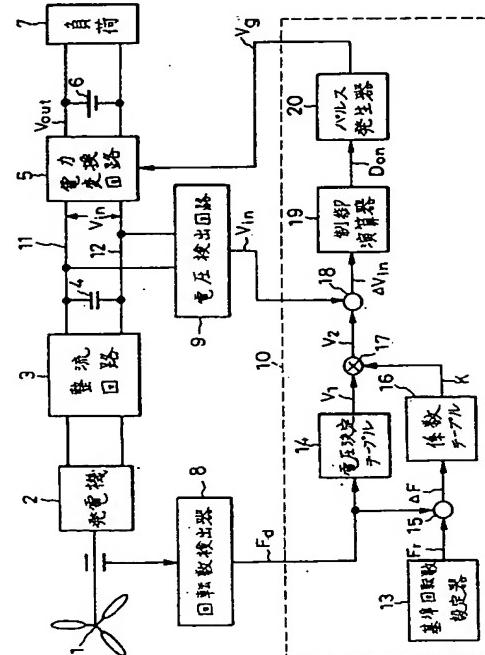
最終頁に統く

(54) [発明の名称] 風力発電装置

(57) 【要約】

【課題】 風力発電機において強風時には発電を停止するので、蓄電池の極端な充放電が発生する。

【解決手段】 発電機2と蓄電池6との間にPWM制御する電力変換回路5を設ける。電力変換回路5の入力電圧 V_{in} と出力電圧 V_{out} との比を強風時に大きくする。この制御によって入力電圧 V_{in} が低下すると風車1の回転数が抑制される。これにより、発電を停止しないで回転数抑制が達成される。



回路とから成ることを特徴とする請求項1又は2記載の風力発電装置。

【請求項4】 風車と、
前記風車によって回転されるロータを有する交流発電機と、
前記交流発電機に接続された整流回路と、
前記整流回路に接続された電力変換回路と、
前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、
前記風車の回転数を検出するための回転検出器と、
前記風車の基準回転数を設定するための基準回転数設定器と、
前記回転検出器と前記基準回転数設定器と前記電力変換回路とに接続され、前記回転検出器から得られた検出回転数が前記基準回転数を超えた時に、前記電力変換回路の入力電圧(V_{in})と出力電圧(V_{out})との比(V_{out}/V_{in})を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路とから成る風力発電装置。

【請求項2】 風車と、
前記風車によって回転されるロータを有する直流発電機と、
前記直流発電機に接続された電力変換回路と、
前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、
前記風車の回転数を検出するための回転検出器と、
前記風車の基準回転数を設定するための基準回転数設定器と、
前記回転検出器と前記基準回転数設定器と前記電力変換回路とに接続され、前記回転検出器から得られた検出回転数が前記基準回転数を超えた時に、前記電力変換回路の入力電圧(V_{in})と出力電圧(V_{out})との比(V_{out}/V_{in})を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路とから成る風力発電装置。

【請求項3】 更に、前記電力変換回路の入力電圧(V_{in})を検出する入力電圧検出回路を有し、
前記制御回路は、
前記発電機の出力電圧を決定する発電機出力電圧決定手段と、
前記検出回転数と前記基準回転数との差(ΔF)を求める第1の減算手段と、
前記差(ΔF)が零以下の時には係数値として1を出し、前記差(ΔF)が零よりも大きい時には1よりも小さい値の係数を送出する係数発生手段と、
前記発電機出力電圧決定手段から得られた決定出力電圧に前記係数発生手段から得られた係数を乗算して補正電圧指令信号を形成する乗算手段と、
前記乗算手段の出力と前記入力電圧検出回路の出力との差(ΔV_{in})を求める第2の減算手段と、
前記第2の減算手段の出力に基づいて前記入力電圧検出回路の出力を前記補正電圧指令信号に近づけるように前記電力変換回路を制御する信号を形成する制御信号形成

10 前記蓄電池又はコンデンサの電圧を検出する出力電圧検出回路と、
前記蓄電池又はコンデンサの基準電圧値を設定する基準電圧設定器と、
前記出力電圧検出回路と前記基準電圧設定器と前記電力変換回路とに接続され、前記出力電圧検出回路から得られた出力検出電圧値が前記基準電圧値を超えた時に、前記電力変換回路の入力電圧(V_{in})と出力電圧(V_{out})との比(V_{out}/V_{in})を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路とから成る風力発電装置。

20 【請求項5】 風車と、
前記風車によって回転されるロータを有する直流発電機と、
前記直流発電機に接続された電力変換回路と、
前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、
前記蓄電池又はコンデンサの電圧を検出する出力電圧検出回路と、
前記蓄電池又はコンデンサの基準電圧値を設定する基準電圧設定器と、

30 前記出力電圧検出回路と前記基準電圧設定器と前記電力変換回路とに接続され、前記出力電圧検出回路から得られた出力検出電圧値が前記基準電圧値を超えた時に、前記電力変換回路の入力電圧(V_{in})と出力電圧(V_{out})との比(V_{out}/V_{in})を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路とから成る風力発電装置。

【請求項6】 更に、前記風車の回転数を検出する回転数検出器と、
前記電力変換回路の入力電圧 V_{in} を検出する入力電圧検出回路とを有し、

40 前記制御回路は、
前記発電機の出力電圧を決定する発電機出力電圧決定手段と、
前記出力電圧検出回路から得られた出力電圧検出値と前記基準電圧値との差(ΔF)を求める第1の減算手段と、

前記差(ΔF)が零以下の時には係数値として1を出し、前記差(ΔF)が零よりも大きい時には1よりも小さい値の係数を送出する係数発生手段と、
前記発電機出力電圧決定手段から得られた決定出力電圧に前記係数発生手段から得られた係数を乗算して補正電圧指令信号を形成する乗算手段と、

前記乗算手段の出力と前記入力電圧検出回路の出力との差(ΔV_{in})を求める第2の減算手段と、
前記第2の減算手段の出力に基づいて前記入力電圧検出回路の出力を前記補正電圧指令信号に近づけるように前記電力変換回路を制御する信号を形成する制御信号形成

3
圧指令信号を形成する乗算手段と、
前記乗算手段の出力と前記入力電圧検出回路の出力との差 (ΔV_{in}) を求める第2の減算手段と、
前記第2の減算手段の出力に基づいて前記入力電圧検出回路の出力を前記補正電圧指令信号に近づけるように電力変換回路を制御する信号を形成する制御信号形成回路とから成ることを特徴とする請求項4又は5記載の風力発電装置。

【請求項7】 風車と、

前記風車によって回転されるロータを有する交流発電機と、
前記交流発電機に接続された整流回路と、
前記整流回路に接続された電力変換回路と、
前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、
前記風車の回転数を検出するための回転検出器と、
前記蓄電池又はコンデンサの電圧を検出する出力電圧検出回路と、
前記変換回路の入力電圧 (V_{in}) を検出する入力電圧検出回路と、
前記風車の基準回転数を設定するための基準回転数設定器と、
前記蓄電池又はコンデンサの基準電圧値を設定する基準電圧設定器と、
前記回転検出器と前記出力電圧検出回路と基準回転数設定器と前記基順電圧設定器と前記電力変換回路とに接続され、前記回転検出器から得られた検出回転数が前記基準回転数を超えた時と前記出力電圧検出回路から得られた検出電圧検出値が前記基準電圧値を超えた時とのいずれにおいても前記電力変換回路の入力電圧 (V_{in}) と出力電圧 (V_{out}) の比 (V_{out}/V_{in}) を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路とから成る風力発電装置。

【請求項8】 風車と、

前記風車によって回転されるロータを有する直流発電機と、
前記直流発電機に接続された電力変換回路と、
前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、
前記風車の回転数を検出するための回転検出器と、
前記蓄電池又はコンデンサの電圧を検出する出力電圧検出回路と、
前記変換回路の入力電圧 (V_{in}) を検出する入力電圧検出回路と、
前記風車の基準回転数を設定するための基準回転数設定器と、
前記蓄電池又はコンデンサの基準電圧値を設定する基準電圧設定器と、

前記回転検出器と前記出力電圧検出回路と基準回転数設定器と前記基順電圧設定器と前記電力変換回路とに接続

10 前記制御回路は、
前記発電機の出力電圧を決定する発電機出力電圧決定手段と、
前記検出回転数と前記基準回転数との差 (ΔF) を示す第1の差信号を求める第1の減算手段と、
前記第1の差信号が零以下の時には係数値として1を送出し、前記第1の差信号が零よりも大きい時には1よりも小さい値の係数を送出する第1の係数発生手段と、
前記入力電圧検出回路から得られた入力電圧検出値と前記基準電圧値との差 (ΔV) を示す第2の差信号を求める第2の減算手段と、

20 前記第2の差信号が零以下の時には係数値として1を送出し、前記第2の差信号が零よりも大きい時には1よりも小さい値の係数を送出する第2の係数発生手段と、
前記第1の係数発生手段から得られた第1の係数と前記第2の係数発生手段から得られた第2の係数とが異なる値の時には小さい方の係数を選択して前記第1及び第2の係数が同一の値の時には前記第1及び第2の係数のいずれか一方を出力する係数選択手段と、
前記発電機出力電圧決定手段から得られた決定電圧に前記係数選択手段から得られた係数を乗算して補正電圧指令信号を形成する乗算手段と、

30 前記乗算手段の出力と前記入力電圧検出回路の出力との差 (ΔV_{in}) を求める第3の減算手段と、
前記第3の減算手段の出力に基づいて前記入力電圧検出回路の出力を前記補正電圧指令信号に近づけるように前記電力変換回路を制御する信号を形成する制御信号形成回路とから成ることを特徴とする請求項7又は8記載の風力発電装置。

【請求項10】 前記電力変換回路は、直流ラインに直列に接続されたリクトルと、前記リクトルよりも出力側において対の直流ライン間に接続されたスイッチと、前記スイッチよりも出力側において直流ラインに直列に接続されたダイオードとから成ることを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載の風力発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、風力を電力に変換する風力発電装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 風力を電力に変換する風力発電装置は、

公害を出さない発電装置として注目され、実用化されてきている。特に容量が数kWクラスの小型風力発電装置は、庭園灯やポンプなどに利用されている。従来の小型風力発電装置は、風車と、風車が結合された交流発電機と、交流発電機に接続された整流回路と、整流回路に接続された蓄電池と、蓄電池に接続された負荷回路と、風車の回転数検出器と、発電機の対の出力端子間に接続された短絡器とから成る。短絡器は回転数検出器が基準値以上の回転数を検出した時に発電機の対の出力端子間を短絡して発電機を電気的に制動する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来の短絡器を有する風力発電装置においては、強風時などで風車回転数が大きくなった時に、短絡器の作用によって過回転を防止し、高速回転に伴う破壊や騒音を防止することができる。しかしながら、短絡器により発電機の出力端子間を短絡することにより、発電電力が零になり、発電できなくなる。短絡器は、過回転防止の他に、蓄電池の過充電防止にも使用される。蓄電池が過充電状態になった時には、短絡器によって発電を零にし、過充電が解除されたら、短絡器による短絡を解除する。しかし、蓄電池の過充電との解除との繰返しによって蓄電池の寿命が短くなる。

【0004】そこで、本発明の第1の目的は、強風時において回転数を抑制しながら発電を維持することができる風力発電装置を提供することにある。本発明の第2の目的は、強風時において回転数を抑制しながら発電を維持することができ且つ蓄電池の充放電電流の変化を最小限に抑えることができる風力発電装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決し、上記目的を達成するための本発明は、風車と、前記風車によって回転されるロータを有する交流発電機と、前記交流発電機に接続された整流回路と、前記整流回路に接続された電力変換回路と、前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、前記風車の回転数を検出するための回転検出器と、前記風車の基準回転数を設定するための基準回転数設定器と、前記回転検出器と前記基準回転数設定器と前記電力変換回路とに接続され、前記回転検出器から得られた検出回転数が前記基準回転数を超えた時に、前記電力変換回路の入力電圧(Vin)と出力電圧(Vout)との比(Vout/Vin)を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路とから成る風力発電装置に係るものである。

【0006】なお、請求項2、5、8に示すように直流発電機を使用することができる。また、請求項3に示すように、請求項1又は2の発明において、更に、前記電力変換回路の入力電圧(Vin)を検出する入力電圧検出回路を有し、前記制御回路は、前記発電機の出力電圧を

- 決定する発電機出力電圧決定手段と、前記検出回転数と前記基準回転数との差(ΔF)を求める第1の減算手段と、前記差(ΔF)が零以下の時には係数値として1を送出し、前記差(ΔF)が零よりも大きい時には1よりも小さい値の係数を送出する係数発生手段と、前記発電機出力電圧決定手段から得られた決定出力電圧に前記係数発生手段から得られた係数を乗算して補正電圧指令信号を形成する乗算手段と、前記乗算手段の出力と前記入力電圧検出回路の出力との差(ΔVin)を求める第2の減算手段と、前記第2の減算手段の出力に基づいて前記入力電圧検出回路の出力を前記補正電圧指令信号に近づけるように前記電力変換回路を制御する信号を形成する制御信号形成回路とから成ることが望ましい。また、請求項4に示すように、風車と、前記風車によって回転されるロータを有する交流発電機と、前記交流発電機に接続された整流回路と、前記整流回路に接続された電力変換回路と、前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、前記蓄電池又はコンデンサの電圧を検出する出力電圧検出回路と、前記蓄電池又はコンデンサの基準電圧値を設定する基準電圧設定器と、前記出力電圧検出回路と前記基準電圧設定器と前記電力変換回路とに接続され、前記出力電圧検出回路から得られた出力検出電圧値が前記基準電圧値を超えた時に、前記電力変換回路の入力電圧(Vin)と出力電圧(Vout)との比(Vout/Vin)を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路とから成る風力発電装置を構成することができる。また、請求項6に示すように、請求項4又は5の発明において、更に、前記風車の回転数を検出する回転数検出器と、前記電力変換回路の入力電圧Vinを検出する入力電圧検出回路とを有し、前記制御回路は、前記発電機の出力電圧を決定する発電機出力電圧決定手段と、前記出力電圧検出回路から得られた出力電圧検出値と前記基準電圧値との差(ΔF)を求める第1の減算手段と、前記差(ΔF)が零以下の時には係数値として1を送出し、前記差(ΔF)が零よりも大きい時には1よりも小さい値の係数を送出する係数発生手段と、前記発電機出力電圧決定手段から得られた決定出力電圧に前記係数発生手段から得られた係数を乗算して補正電圧指令信号を形成する乗算手段と、前記乗算手段の出力と前記入力電圧検出回路の出力との差(ΔVin)を求める第2の減算手段と、前記第2の減算手段の出力に基づいて前記入力電圧検出回路の出力を前記補正電圧指令信号に近づけるように電力変換回路を制御する信号を形成する制御信号形成回路とから成ることが望ましい。また、請求項7に示すように、風車と、前記風車によって回転されるロータを有する交流発電機と、前記交流発電機に接続された整流回路と、前記整流回路に接続された電力変換回路と、前記電力変換回路に接続された蓄電池又はコンデンサと、前記風車の回転数を検出するための回転検出器と、前記蓄電池又はコンデンサの電圧を検出する出力電圧検出回

7
路と、前記変換回路の入力電圧 (V_{in}) を検出する入力電圧検出回路と、前記風車の基準回転数を設定するための基準回転数設定器と、前記蓄電池又はコンデンサの基準電圧値を設定する基準電圧設定器と、前記回転検出器と前記出力電圧検出回路と基準回転数設定器と前記基順電圧設定器と前記電力変換回路とに接続され、前記回転検出器から得られた検出回転数が前記基準回転数を超えた時と前記出力電圧検出回路から得られた検出電圧検出値が前記基準電圧値を超えた時とのいずれにおいても前記電力変換回路の入力電圧 (V_{in}) と出力電圧 (V_{out}) との比 (V_{out}/V_{in}) を大きくするように前記電力変換回路を制御する制御回路とから成る風力発電装置を構成することができる。また、請求項9に示すように、請求項7又は8の発明において、更に、前記電力変換回路の入力電圧 (V_{in}) を検出する入力電圧検出回路を有し、前記制御回路は、前記発電機の出力電圧を決定する発電機出力電圧決定手段と、前記検出回転数と前記基準回転数との差 (ΔF) を示す第1の差信号を求める第1の減算手段と、前記第1の差信号が零以下の時には係数値として1を送出し、前記第1の差信号が零よりも大きい時には1よりも小さい値の係数を送出する第1の係数発生手段と、前記入力電圧検出回路から得られた入力電圧検出値と前記基準電圧値との差 (ΔV) を示す第2の差信号を求める第2の減算手段と、前記第2の差信号が零以下の時には係数値として1を送出し、前記第2の差信号が零よりも大きい時には1よりも小さい値の係数を送出する第2の係数発生手段と、前記第1の係数発生手段から得られた第1の係数と前記第2の係数発生手段から得られた第2の係数とが異なる値の時には小さい方の係数を選択して前記第1及び第2の係数が同一の値の時には前記第1及び第2の係数のいずれか一方を出力する係数選択手段と、前記発電機出力電圧決定手段から得られた決定電圧に前記係数選択手段から得られた係数を乗算して補正電圧指令信号を形成する乗算手段と、前記乗算手段の出力と前記入力電圧検出回路の出力との差 (ΔV_{in}) を求める第3の減算手段と、前記第3の減算手段の出力に基づいて前記入力電圧検出回路の出力を前記補正電圧指令信号に近づけるように前記電力変換回路を制御する信号を形成する制御信号形成回路とから成ることが望ましい。また、請求項10に示すように、前記電力変換回路は、直流ラインに直列に接続されたリアクトルと、前記リアクトルよりも出力側において対の直流ライン間に接続されたスイッチと、前記スイッチよりも出力側において直流ラインに直列に接続されたダイオードとから成ることが望ましい。

【0007】

【発明の効果】各請求項の発明によれば、強風時に電力変換回路の入力電圧即ち発電機出力電圧が低下する。これにより、風車及び発電機の回転数の上昇が抑制される。発電機から蓄電池及び負荷に供給される電力は強風

時においても維持されるので、電力の継続的供給が可能になる。また、蓄電池の充放電の幅が狭くなる。

【0008】

【実施形態】次に、図1～図7を参照して本発明の実施形態に係わる風力発電装置を説明する。

【0009】

【第1の実施形態】図1に示す第1の実施形態の風力発電装置は、風車1と、この風車1によって回転されるロータを有する交流発電機2と、この交流発電機2に接続された整流回路3と、平滑用コンデンサ4と、この平滑用コンデンサ4に接続された電力変換回路5と、この電力変換回路5に接続された蓄電池6と、この蓄電池6に接続された負荷7と、風車1の回転数を検出するための回転数検出器8即ち速度検出器と、電力変換回路5の入力電圧即ちコンデンサ4の電圧を検出する入力電圧検出回路9と、制御回路10とから成る。

【0010】電力変換回路5は、平滑用コンデンサ4に接続された第1及び第2の直流電源ライン11、12に接続され、入力電圧 V_{in} と出力電圧 V_{out} との比 V_{out}/V_{in} をえることができるように構成されており、例

えば図2に示すようにリアクトルL1と電界効果トランジスタから成るスイッチQ1と逆流阻止用ダイオードD1から成る。リアクトルL1は第1の直流電源ライン11に直列に接続されている。スイッチQ1はリアクトルL1の出力側において第1及び第2の直流電源ライン11、12間に接続されている。ダイオードD1は蓄電池6をスイッチQ1に対して並列に接続するよう第1の直流電源ライン11に直列に接続されている。なお、ダイオードD1をスイッチQ1よりも出力側において第2の直流電源ライン12に接続することもできる。また、この実施形態では蓄電池6が平滑用コンデンサの作用を兼用しているが、平滑用コンデンサを蓄電池6に接続することもできる。

【0011】スイッチQ1は制御回路10から供給される制御信号即ちゲート・ソース間電圧に応答してオン・オフする。スイッチQ1のデューティ比即ち通電率 D_{on} と入力電圧 V_{in} と出力電圧 V_{out} の関係は次の(1)式に示す通りである。

$$V_{out}/V_{in} = 1 / (1 - D_{on}) \quad \dots \quad (1)$$

【0012】回転数検出器8は風車1即ち発電機2のロータの回転数即ち回転速度を周知の方法で検出して回転数検出信号 F_d を出力する。入力電圧検出回路9は電力変換回路5の入力電圧 V_{in} を検出して電圧検出信号 V_{in} を出力する。ここでは説明を容易にするために入力電圧検出回路9の入力電圧と出力電圧との両方を V_{in} で示す。この入力電圧 V_{in} は発電機2の出力電圧に相当する。

【0013】制御回路10は、回転数検出器8と電圧検出回路9と電力変換回路5とに接続され、回転数検出器8から得られた検出回転数 F_d が基準回転数 F_r を超え

た時に、電力変換回路5の入力電圧 V_{in} と出力電圧 V_{out} との比 V_{out}/V_{in} を大きくするように電力変換回路5を制御する。更に詳しく説明すると、制御回路10は、風車1の制限回転数に相当する基準回転数 F_r を設定するための基準回転数設定器13と、回転数検出器8で検出された検出回転数 F_d において発電機2から最大電力を得ることができる発電機2の出力電圧を決定する発電機出力電圧決定手段としての電圧決定テーブル14と、検出回転数 F_d と基準回転数 F_r との差 ΔF を求める第1の減算手段としての減算器15と、回転数差 ΔF が零以下の時には係数値として1を送出し、回転数差 ΔF が零よりも大きい時には1よりも小さい値を係数として送出する係数発生手段としての係数テーブル16と、発電機出力電圧決定テーブル14から得られた決定出力電圧 V_1 に係数テーブル16から得られた係数 K を乗算して補正電圧指令信号 V_2 を形成する乗算手段としての乗算器17と、乗算器17から得られた入力電圧指令信号 V_2 と入力電圧検出回路9から得られた検出電圧 V_{in} との差 ΔV_{in} を求める第2の減算手段としての減算器18と、第2の減算器18から得られる電圧差 ΔV_{in} に基づいて入力電圧検出回路9の出力 V_{in} を補正電圧指令信号 V_2 に近づけるように電力変換回路5を制御する信号を形成する制御信号形成回路としての制御演算器19及びパルス発生器20とから成る。なお、基準回転数設定器13を制御回路10の外に設けることができる。

【0014】電圧決定テーブル14は、メモリから成り、図4に示す回転数 F_d と最大電力を得る発電機出力電圧 V_1 との関係が格納されている。テーブル14には全ての回転数 F_d に対する電圧 V_1 を格納してもよいし、段階的に選択された回転数 F_d とその電圧 V_1 とを格納してもよい。検出回転数 F_d に対応するデータがテーブル14に無い時には検出回転数 F_d に近い回転数のデータを使用する。また、テーブル14の代りに図4の特性線を示す演算式をメモリに格納し、検出回転数 F_d を演算式に代入して電圧 V_1 を決定することもできる。

【0015】電圧 V_1 は発電機2から最大電力を得ることができる発電機2の出力電圧及び電力変換回路5の入力電圧を示す。図4の F_d と V_1 との関係は、実験的に求められた図3の発電機出力電圧 V_0 と発電機出力電力 P_0 との関係から決定されている。図3の特性線A1は166 rpm、A2は237 rpm、A3は330 rpm、A4は425 rpm、A5は590 rpmにおける出力電圧 V_0 と出力電力 P_0 との関係を示している。図3の各回転数の最大電力を得ることができる点の出力電圧 V_0 とその回転数 F_d との関係を求めるとき図4の特性が得られる。なお、図4と同様な特性は、容量の異なる別の発電機においても実験的に同様に得ることができるもの。

【0016】電圧決定テーブル14は、回転数検出器8から得られた検出回転数 F_d をアドレス信号として使用

し、これに対応する目標電圧 V_1 を示す信号を出力する。強風でない時にはテーブル14から出力される電圧 V_1 が発電機2の目標出力電圧となる。

【0017】第1の減算器15は、回転数検出器8から得られた検出回転数 F_d から基準回転数 F_r を減算して $F_d - F_r = \Delta F$ を求める。 ΔF が $\Delta F \leq 0$ の条件にある時には風車1の回転数の制限が不要であることを示し、 $\Delta F > 0$ の時には風車1の回転数を制限することが必要であることを示す。

10 【0018】係数発生手段としての係数テーブル16は、メモリから成り、 $\Delta F \leq 0$ に対応して係数 $K = 1$ を格納し、 $\Delta F > 0$ に対応して1よりも小さい係数 K を格納している。第1の減算器15の出力が $\Delta F > 0$ の時は $0 < K < 1$

を満足する係数が選ばれる。この時の K の値を $1/\Delta F$ とすることができる。これにより、 $\Delta F > 0$ の時に ΔF の値に反比例的に変化する係数 K を得ることができる。係数テーブル16は ΔF の値をアドレスとして ΔF の値に対応した係数 K を出力する。メモリに多数の ΔF の値

20 と多数の係数 K の値との関係を示すデータを格納する代りに、 ΔF と K との関係を示す演算式を格納し、この演算式に ΔF の値を代入して係数 K を決定することもできる。

【0019】乗算器17はテーブル14から出力された電圧 V_1 にテーブル16から出力された係数 K を乗算して $KV_1 = V_2$ を求め、これを出力する。 V_2 は強風時の補正が施された電圧指令信号である。

【0020】第2の減算器18は、 $V_{in} - V_2 = \Delta V_{in}$ の演算を行って入力電圧検出信号 V_{in} と電圧指令信号 V_2 との差を示す信号を出力する。

【0021】 ΔV_{in} を入力とする制御演算器19は、例えば周知の比例積分回路(P/I回路)から成り、 ΔV_{in} に対応する通電率信号 D_{on} を形成する。要するに、 ΔV_{in} を平滑化した信号に相当する通電率信号 D_{on} 即ちデューティ指令信号を得る。

【0022】スイッチ制御信号形成手段としてのパルス発生器20は、通電率信号 D_{on} で指定された幅のパルスを有する制御信号 V_g を形成し、電力変換回路5のスイッチQ1のゲートに送る。このパルス発生器20は図2に概略的に示すように鋸波発生器20aと比較器20bとから成る。鋸波発生器20aは例えば20~150 kHzの繰返し周波数で鋸波電圧 V_t を発生する。比較器20bは鋸波電圧 V_t と通電率信号 D_{on} とを周知の方法で比較してPWMパルスから成る制御信号 V_g を出力する。

【0023】パルス発生器20の出力パルスに応答してスイッチQ1がオンになると、図1のコンデンサ4と図2のリアクトルL1とスイッチQ1とから成る経路に電流が流れ、リアクトルL2にエネルギーが蓄積される。スイッチQ1がオフになると、コンデンサ4とリアクトル

L_1 とダイオード D_1 と蓄電池 6 及び負荷 7 とから成る経路に電流が流れる。電力変換回路 5 の入力電圧 V_{in} と出力電圧 V_{out} との比は前述した(1)式で決定される。蓄電池 6 及び負荷 7 が比較的大きい場合には、通電率 D_{on} を大きくしても、出力電圧 V_{out} とさほど高くならず、相対的に入力電圧 V_{in} が低くなる。電力変換回路 5 の入力電圧 V_{in} は発電機 2 の出力電圧 V_0 に相当するので、強風時に入力電圧 V_{in} が低く抑えられると、発電機 2 の回転数も抑えられる。

【0024】本実施形態は次の効果を有する。

(1) 風車回転数 F_d が基準回転数 F_r よりも低い時には、発電電力が最大になるように入力電圧 V_{in} が制御され、強風等によって風車回転数 F_d が基準回転数 F_r 以上になると、入力電圧 V_{in} を低くする制御が生じ、風車回転数 F_d が低下し、風車回転数 F_d と発電機出力電圧 V_{in} とが適当な値でバランスする。この結果、発電電力を零にすることなく、風車 1 の最大回転数を抑制することができる。要するに、蓄電池 6 及び負荷 7 への発電機 2 からの電力供給を維持して風車 1 の回転数を抑制することができる。

(2) テーブル 14、16 を使用することによって、非強風時において最大発電電力を得るための制御、及び強風時において回転数を制限するための制御を容易に達成することができる。

(3) 強風時にも発電電力が有るので、蓄電池 6 の極端な充放電を防ぐことができる。

【0025】

【第2の実施形態】次に、図 5 に示す第2の実施形態の風力発電装置を説明する。但し、図 5 において図 1 と実質的に同一の部分には同一の符号を付してその説明を省略する。

【0026】図 5 の風力発電装置は、図 1 の基準回転数設定器 13 の代りに基準電圧設定器 13a を有する制御回路 10a を設け、また、新たに出力電圧検出回路 30 を設け、第 1 の減算器 15a によって出力電圧検出値 V_{out} と基準電圧 V_r との差 ΔV を求め、この差 ΔV を係数テーブル 16a に送るように形成し、この他は図 1 と一緒に形成したものである。なお、基準電圧設定器 13 を制御回路 10a の外に設けることができる。

【0027】基準電圧設定器 13a は、蓄電池 6 の過電圧レベルを示す基準電圧 V_r を出力する。出力電圧検出回路 30 は蓄電池 6 の電圧を検出する。ここでは出力電圧検出回路 30 の入力電圧及び出力電圧の両方を V_{out} で示すこととする。第 1 の減算器 15a は、出力電圧検出値 V_{out} と基準電圧 V_r との差を示す $V_{out} - V_r = \Delta V$ を出力する。

【0028】メモリから成る係数テーブル 16a には $\Delta V \leq 0$ の時即ち ΔV が零又は負の値に対応させて係数値 1、 $\Delta V > 0$ の時即ち ΔV が正の値に対応させて 1 よりも小さい係数値が格納されている。 $\Delta V > 0$ の時の係数

値 K は例えば $1 / \Delta V$ で決定することができる。図 5 の乗算器 17 の出力側の部分は図 1 と一緒に形成されているので、図 1 と同様な制御動作が生じる。

【0029】図 5 の風力発電装置では、蓄電池 6 の電圧の検出に基づいて強風状態を判断し、風車 1 の回転数を抑制している。即ち、強風状態となって発電機 2 の出力電圧及び電力変換器 5 の入力電圧 V_{in} が上昇すると、蓄電池 6 の充電電圧も高くなる。この充電電圧が基準電圧 V_r 以上の時即ち $V_{out} - V_r = \Delta V$ が零又は正の値の時には 1 よりも小さい係数 K が出力される。この結果、出力電圧 V_{out} が高い時には、テーブル 14 の出力電圧 V_1 よりも低い電圧指令信号 V_2 が乗算器 17 から得られる。これにより、図 5 の風力発電装置において、強風時又は過充電時に電力変換回路 5 の入力出力電圧を下げる動作即ち入力電圧 V_{in} を下げる動作が生じ、風車 1 の回転数の上昇が抑制され、且つ蓄電池 6 の過充電が防止される。従って、第 2 の実施形態によても第 1 の実施形態と同様な効果が得られる。

【0030】

【第3の実施形態】次に、図 6 に示す第3の実施形態の風力発電装置を説明する。但し、図 6 において図 1 及び図 5 と実質的に同一の部分には同一の符号を付してその説明を省略する。

【0031】図 6 の風力発電装置は、図 1 の風力発電装置に図 5 の出力電圧検出回路 30、基準電圧設定器 13a、減算器 15a、係数テーブル 16a を付加し、新たに係数選択手段 31 を設けたものに相当する。図 6 の変形された制御回路 10b の電圧決定テーブル 14 及び係数テーブル 16 の出力は図 1 の装置と同様に決定される。図 6 の係数テーブル 16a の出力は図 5 と同様に決定される。ここでは、第 1 及び第 2 の係数テーブル 16、16a の出力を K_1 、 K_2 で区別する。

【0032】選択手段 31 は、第 1 の係数発生手段としての第 1 の係数テーブル 16 から得られた第 1 の係数 K_1 と第 2 の係数発生手段としての第 2 の係数テーブル 16a から得られた第 2 の係数 K_2 とが異なる値を有する時には小さい方の係数を選択し、これを係数 K として乗算器 17 に送り、また第 1 及び第 2 の係数 K_1 、 K_2 が同一値の時には同一の値を係数 K として乗算器 17 に送る。従って、乗算器 17 から得られる電圧指令値 V_2 は強風による風車 1 の回転数が過大の時と蓄電池 6 の過充電の時とのいずれにおいても制限されて V_1 よりも小さくなり、電力変換器 5 の入力電圧 V_{in} 即ち発電機 2 の出力電圧が低下し、風車 1 の回転数の抑制及び蓄電池 6 の過充電防止が達成される。この結果、第 3 の実施形態によても第 1 の実施形態と同一の効果を得ることができる。

【0033】

【第4の実施形態】次に、図 7 に示す第4の実施形態の風力発電装置を示す。但し、図 7 において図 1 と実質的

に同一の部分には同一の符号を付してその説明を省略する。

【0034】図7の風力発電装置は、図1の交流発電機2と整流回路3と平滑用コンデンサ4の代りに直流発電機2aを設け、この他は図1と同一に構成したものである。図7に示すように直流発電機2aを使用する場合においても第1の実施形態と同一の効果を得ることができる。

【0035】

【変形例】本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、例えば次の変形が可能なものである。

(1) 図5及び図6の風力発電装置においても、交流発電機2及び整流回路3の代りに図7と同様に直流発電機2aを使用することができる。

(2) 電力変換回路5を変形することができる。

(3) 制御回路10、10a、10bの一部又は全部をデジタル回路で構成することができる。

(4) パルス発生器20をカウンタで構成することができる。この場合カウンタは1周期のクロックパルスに応答して計数を開始し、通電率 D_{on} を示す値になった時に計数を終了し、通電率 D_{on} のPWMパルスを出力する。

(5) 電圧決定テーブル14で決定する電圧 V_1 は一定値でもよい。また、発電機2の最大電力を得るための電圧 V_1 を風速又は発電電力によって決定することができる。

きる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態の風力発電装置を示すブロック図である。

【図2】図1の電力変換回路及びパルス発生器を詳しく示す回路図である。

【図3】風力発電機の第1～第5の回転数における出力電圧と発生電力との関係を示す図である。

【図4】風力発電機の回転数と最大電力を得ることができる出力電圧との関係を示す図である。

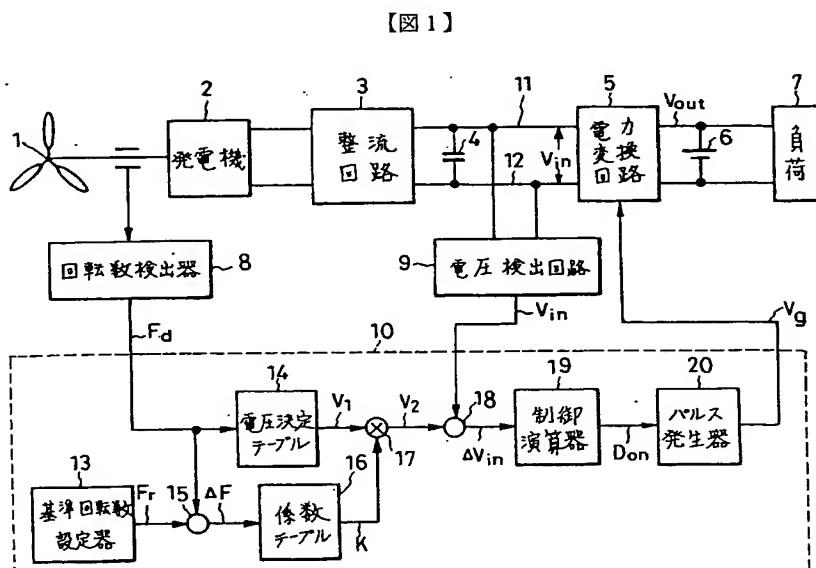
【図5】第2の実施形態の風力発電装置を示すブロック図である。

【図6】第3の実施形態の風力発電装置を示すブロック図である。

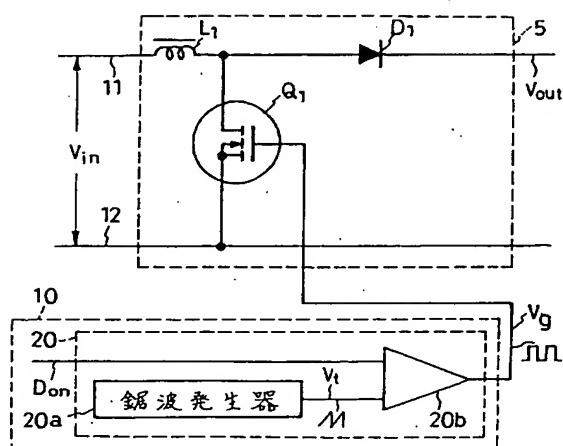
【図7】第4の実施形態の風力発電装置を示すブロック図である。

【符号の説明】

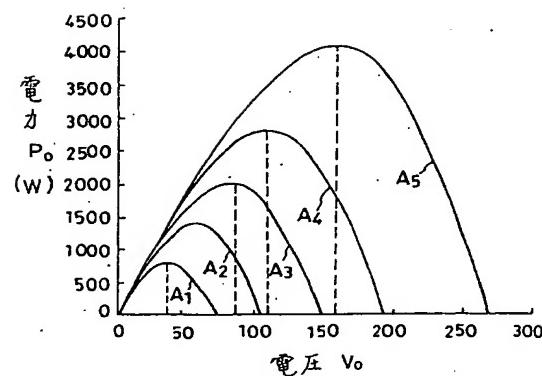
- | | |
|----|--------|
| 1 | 風車 |
| 2 | 発電機 |
| 3 | 整流回路 |
| 4 | コンデンサ |
| 5 | 電力変換回路 |
| 6 | 蓄電池 |
| 7 | 負荷 |
| 10 | 制御回路 |



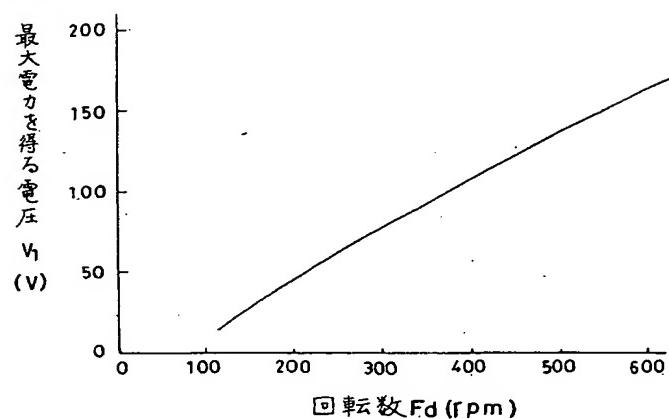
【図2】



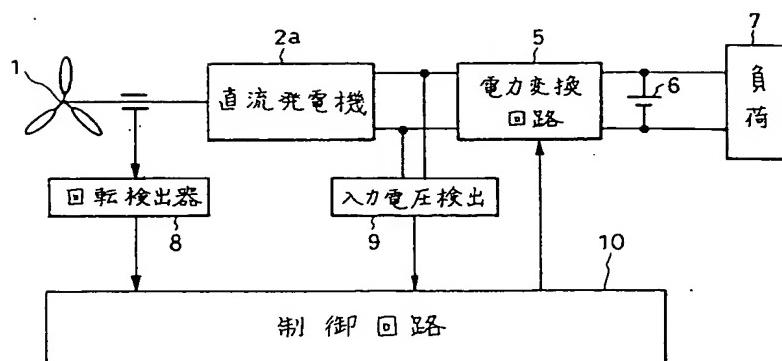
【図3】



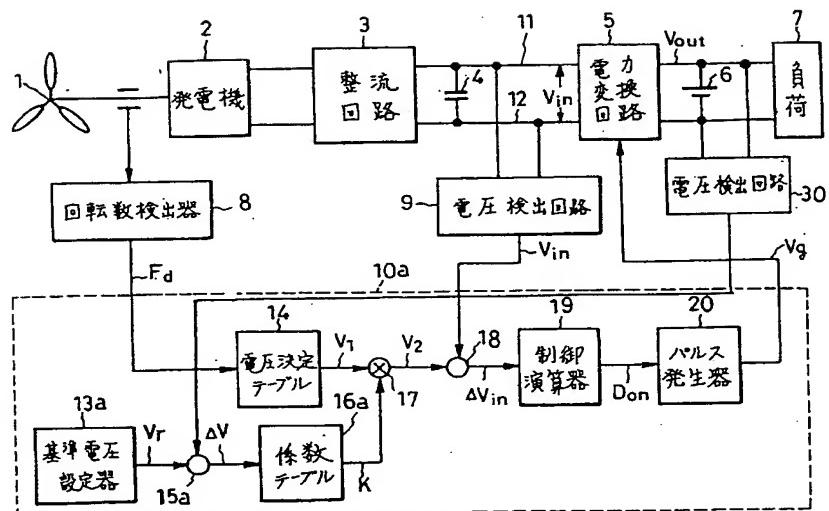
【図4】



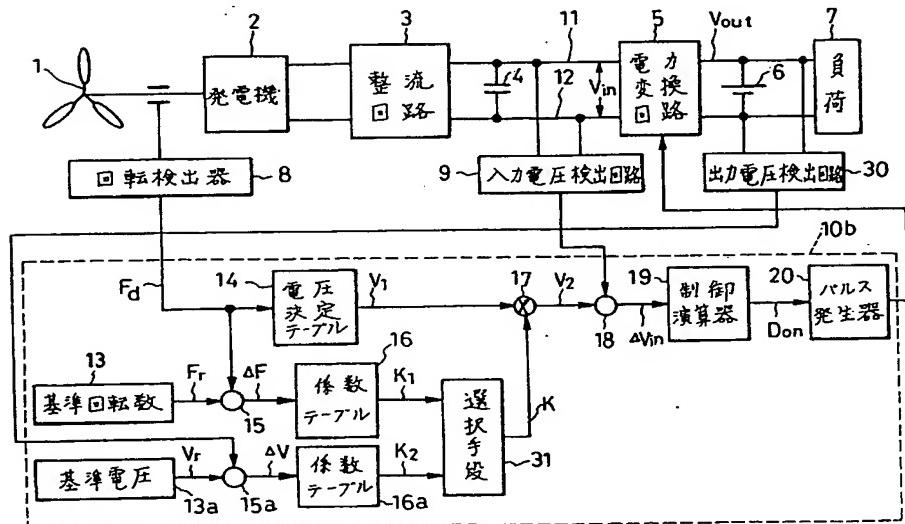
【図7】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 伸二
埼玉県新座市北野三丁目6番3号 サンケ
ン電気株式会社内

F ターム(参考) 3H078 AA02 AA26 BB04 BB07 BB11
BB12 CC02 CC22 CC32 CC54
CC56 CC62 CC73
5H590 AA02 AB04 AB05 CA14 CC01
CC11 CD01 CD03 EA07 EA13
FA05 FA08 FB01 FC11 GA02
GA10 HA02 HA27 JB02 JB07
JB12

THIS PAGE BLANK (USPTO)